

УДК 561.26 : 551.791 : 556.55

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОД СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ВОРОНА НА ОСНОВЕ БИОИНДИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СООБЩЕСТВАМ НИЗШИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Русова Н.И.

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия, (394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1), e-mail: nadezhda\_minnikova@mail.ru*

Проведена оценка эколого-биологического качества вод среднего течения р. Ворона. Она основана на биоиндикации сообществ низших водорослей. С помощью анализа таксономического состава сообществ диатомовых и сине-зелёных водорослей и их оценок обилия вычислены индексы сапробности по Пантле-Буку в модификации Сладечека. В целом, эколого-биологическое качество вод определяется как «умеренно (слабо) загрязненные», а согласно разряду качества в пределах данного класса они имеют статус «достаточно чистых» вод. Прослежено локальное ухудшение их качества на участках, связанных поступлением хозяйственно-бытовых стоков с территорий населенных пунктов и в зонах промышленно-коммунальных нагрузок. В результате проведенного анализа установлено, что воды р. Ворона и ее притоков по степени кризисности эколого-биологического состояния находятся в стадии обратимых изменений.

Ключевые слова: биоиндикация, водная экосистема, низшие водоросли, экология.

## EVALUATION OF ECOLOGICAL STATUS OF WATERS MIDDLE R. VORONA ON THE BASIS OF RESEARCH OF TYPES BIOINDICATING LOWER ALGAE

Rusova N.I.

*Voronezh State University, Voronezh, Russia (394006, Russia, Voronezh, University Square, 1), e-mail: nadezhda\_minnikova@mail.ru*

The measurement of ecological and biological water quality middle district r. Vorona. It is based on bioindication lower algae communities. By analyzing the taxonomic composition of diatom communities and blue-green algae and their estimates of abundance indices are calculated by saprobity Pantle-Bucca in Sladcheka modification. In general, ecological and biological water quality is defined as "moderately (weakly) contaminated", and according to the category of quality within a given class, they have the status of "sufficiently clean" water. Traced local deterioration in their quality in areas related to the receipt of domestic sewage from the residential areas and in areas of industrial and utility loads. The analysis found that the water of the river Vorona and its tributaries in the degree of crisis ecological and biological state are being reversible changes.

Keywords: bioindication, water ecosystem, lower algae ecology.

Современное экологическое состояние поверхностных вод Среднего течения реки Ворона Тамбовской области в полной мере отражает экологическую обстановку, сложившуюся на водосборных площадях. Степень загрязненности поверхностных вод территории, установление состояния и эффективности процессов самоочищения водных экосистем, выявление общей тенденции антропогенного загрязнения вод оценивается на основе биологической индикации по сообществам низших диатомовых и синезеленых водорослей. Сообщество диатомовых водорослей насчитывает 448 видов, разновидностей и форм, которые принадлежат 46 родам. Сообщество синезеленых представляют 132 вида и внутривидовые таксоны, относящиеся к 38 родам.

В системе Общегосударственной службы наблюдения и контроля состояния природной среды применяется оценка качества вод шестью классами: от I «очень чистые» до

VI «очень грязные». Каждый класс вод характеризуется совокупностью формализованных гидробиологических показателей, одним из них является метод вычисления индекса сапробности по Пантле-Буку в модификации Сладечека [3,4,6]. Этот метод позволяет представлять состояние вод числовыми значениями, что обеспечивает возможность сопоставления результатов эколого-биологического анализа, полученных в различных районах и в разные сроки опробования.

Анализ таксономического состава сообществ диатомовых и синезеленых водорослей и их оценок обилия позволяют вычислить индексы сапробности (S). По показателям индекса сапробности определяется разряд качества вод (табл.1).

Таблица 1

Определение класса и разряда качества вод по показателям индекса сапробности

Номера точек наблюдения (отбора проб)	Расположение точек наблюдения	Значение индекса сапробности	Класс качества вод	Разряд качества вод
1	р. Пурсовка	1,90	III Удовлетворительной чистоты	3а Достаточно чистая
2	р. Калаис (в черте города)	1,75		
3	Иноковский затон-1	1,07	II Чистая	2б Вполне чистая
4	Иноковский затон-2	1,66	III Удовлетворительной чистоты	3а Достаточно чистая
5	Иноковский массив, староречье Обливное	1,62		
6	р. Иноковка	1,84		
7	р. Вяжля	1,76		
8	Вяжлинский канал	1,94		
9	Впадение р. Ворона в оз. Рамза	1,98		
10	р. Ворона (водный поток, вытекающий из оз. Рамза)	1,60		
11	Впадение р. Ворона в оз. Кипец	2,09		
12	Оз. Промышленное	1,69		
13	р. Карай	1,57		
14	оз. Симерка, протока на р.	2,00	3б Слабо загрязненная	
				3а Достаточно чистая

	Ворона		
15	р. Балыклейка	1,70	
16	р. Ворона выше р. Ржавка	1,83	
17	Устье р. Ржавка	2,04	3б Слабо загрязненная
18	р. Ворона ниже р. Ржавка	1,72	3а Достаточно чистая

Эколого-биологическое качество вод среднего течения реки Ворона в целом определяется как «умеренно (слабо) загрязненные», а согласно разряду качества в пределах данного класса они практически повсеместно имеют высокий статус «достаточно чистых» вод [2,3]. Более загрязненными являются локальные участки, которые находятся в зонах поступления хозяйственно-бытовых стоков с территорий населённых пунктов и в зонах промышленно-коммунальной нагрузки (р. Калаис в черте г. Кирсанов). На качество вод влияют также процессы активизации современных гидродинамических процессов, например, оврагообразование, повышенный диффузный сток [7]. По способности к самоочищению поверхностные воды региона находятся на стадии обратимых изменений. Это определяется достаточно высоким уровнем процессов переработки, окисления и минерализации органического вещества. Наиболее интенсивно данные процессы проявляются в пределах распространения зарослей высшей водной растительности [1]. Степень сапробности зависит от количества и активности преобразования органического вещества аллохтонного и автохтонного происхождения. Она оценивается по способности организмов развиваться в водах, имеющих различные содержания биогенных и органических веществ.

На р. Ворона в пределах Кирсановского и Инжавинского массивов заповедника выбраны точки опробования, которые приурочены к приустьевым частям притоков и расположенные ниже их впадения в р. Ворона. В проточно-русловых озерах было проведено детальное опробование по створам. Для характеристики процессов самоочищения используется система понятий о трех зонах сапробности, которые формируются в водоемах в процессе загрязнения вод. Среди таксонов-биоиндикаторов выделяются ксеносапробные виды. Они составляют группу организмов, имеющих особое значение в оценке экологического состояния водной среды, поскольку характерны для чистых природных вод. Произведения баллов валентной сапробности ксеносапробов сопоставимы с таковыми для олигосапробных и мезосапробных таксонов.

Распределение по зонам сапробности отражено на графике эколого-биологического качества вод (рис. 1)

Сумма баллов  $\beta$ -мезосапробов +  $\alpha$ -олигосапробов

Сумма баллов  $\alpha$ -мезосапробов +  $\beta$ -полисапробов

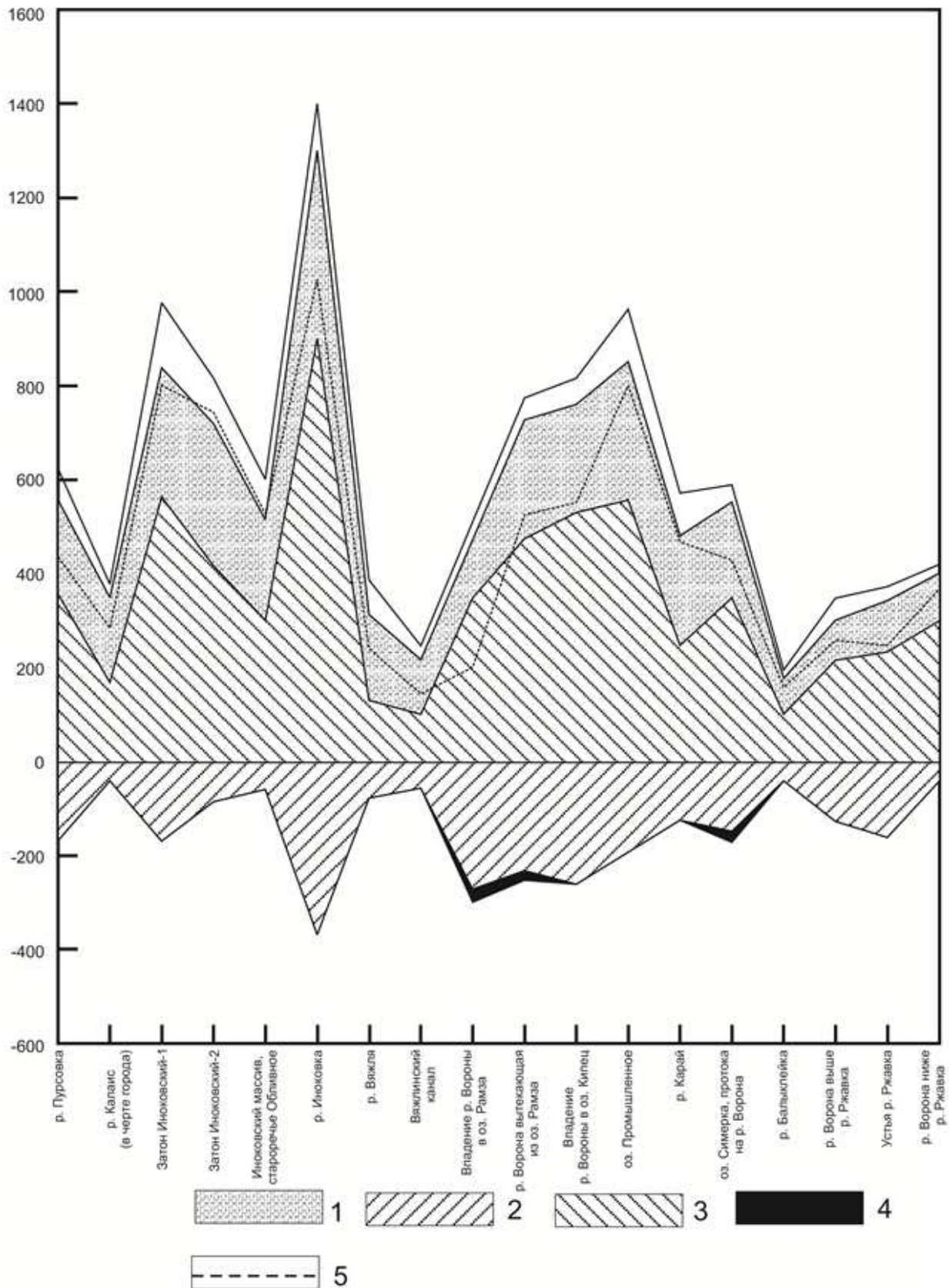


Рис. 1. График эколого-биологического качества вод Среднего течения р. Ворона

Анализ полученных данных по точкам наблюдения, указанным на графике, показывает следующее. Зоны и индексы сапробности находятся во взаимосвязи. Так, на участках, где индекс сапробности равен 2,00-2,09 «оз. Симерка, протока к р. Ворона» –

«Впадение р. Ворона в оз. Кипец» (точка наблюдения 11,14), доля ксеносапробов равна 56-59 баллов, суммы баллов  $\beta$ -мезосапробных видов составляют от 395 до 528 и  $\alpha$ -мезосапробных – от 116 до 256. Тип  $\beta$ -мезосапробных вод является доминирующим, что свидетельствует об активно протекающих процессах самоочищения вод с преобладанием окисления органического вещества. Достаточно высокое распространение видов олигосапробов, суммы баллов которых достигают от 175 до 230, отражает состояние процессов законченного окисления, способствующих переработке органических загрязнений до образования минерального субстрата. Доля полисапробных видов составляет от 8 до 32 баллов (точки наблюдения 9, 14), присутствие полисапробных видов в этих точках оказывает ряд факторов. С одной стороны это влияние хозяйственно-бытовых стоков, поступающих с территории населенных пунктов, в результате которых локально проявляется антропогенное эвтрофирование водной среды, с другой – это связано с активной экзогенной геодинамикой, что сопровождается некоторым подтоплением территории, которое усугубляется в половодья[7]. Таксоны, характерные для полисапробной зоны, имеют ограниченное распространение. Они указывают на воды, в которых наблюдается очень низкое содержание кислорода, что способствует разложению органического вещества с образованием в донных осадках сернистого железа и сероводорода. В конечном итоге совокупность данных окислительно-восстановительных процессов предопределяет эффективность самоочищения вод. Суммы баллов видов ксеносапробов, обитающих в природных чистых водах, в точках «Иноковский массив, староречье Обливное – Иноковский затон-1», где индекс сапробности равен от 1,07-1,62 (точка наблюдения 3, 5) составляют от 103 до 136, что также подчеркивает достаточно высокое качество вод.

Размещение на графике линии средней сапробности показывает уровень процессов самоочищения. В устье р. Пурсовка (точка наблюдения 1) и до Иноковского затона-1, средняя линия располагается в пределах олигосапробной зоны. Далее, после прохождения Иноковского затона-2, линия постепенно смещается в поле ксеносапробных вод, которые характерны для чистых и совершенно чистых природных вод. Затем средняя линия вновь плавно переходит в зону олигосапробных вод, и только на участке «Впадение р. Ворона в оз. Рамза» и точке «р. Ворона, вытекающая из оз. Рамза» средняя линия переходит в  $\beta$ -мезосапробные воды, что для них характерно активное проявление окислительных процессов, нередко наблюдается перенасыщение кислородом, а среди продуктов минерализации преобладают нитриты и нитраты. При этом на графике выделяется зона полисапробных вод, где преобладают восстановительные (редукционные) процессы, когда деструкция органики превышает ее первичную продукцию.

На основе проведенного анализа установлено, что в среднем течении р. Ворона и ее притоков по степени кризисности эколого-биологического состояния находятся в стадии обратимых изменений. Однако на локально загрязненных участках акваторий качество вод несколько ухудшается. Признаки подобного эколого-биологического состояния водных объектов свидетельствуют о пороговой стадии кризисности локальных участков водной экосистемы, т.е. о том, что дальнейшее увеличение антропогенного загрязнения может вызвать необратимые изменения.

### Список литературы

1. Анциферова Г.А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, голоценовых и современных поверхностных водных систем бассейна Верхнего Дона // Вестник Воронежского университета. Геология, № 1, Воронеж, 2005. - С. 240-250.
2. Анциферова Г.А. Виды ксеноспробы в сообществах низших водорослей как показатель эколого-биологического качества воды / Г.А. Анциферова, Н.И. Минникова // Материалы XIII Российской конференции “Проблемы современной палинологии” – Сыктывкар ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. – С. 249-252
3. Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Разнообразие водорослей-индикаторов в оценке качества окружающей среды. Pilies Studio, Tel-AVIV, 2006. – 498 с.
4. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. – Л., 1974. – 60 с.
5. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М., 1975. – С. 73-117.
6. Русова Н.И. Эколого-биологическое качество вод озер Рамза и Симерка в долине реки Вороны (Государственный природный заповедник «Воронинский») // Вестник Воронежского университета. География Геоэкология, № 1, Воронеж, 2013. - С. 87-93.
7. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. – М., изд-во СЭВ, 1975. – С. 21-31.
8. Шевырев С.Л. Анализ космических снимков как метод контроля природных и антропогенных процессов на примере среднего течения Вороны (Тамбовская область) / С.Л. Шевырев, Г.А. Анциферова, Н.И. Русова, М.Ж. Хамзикеева // Вестник Воронежского университета. География Геоэкология, № 1, Воронеж, 2003. - С. 35-39.

### Рецензенты:

Яблонских Л.А., д.б.н., профессор ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж;

Куролап С.А., д.г.н., профессор, заведующий кафедрой геоэкологии мониторинга окружающей среды, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж.